



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 44 32 890 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
A 61 N 5/10
A 61 B 6/08

DE 44 32 890 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 44 32 890.7
⑯ Anmeldetag: 15. 9. 94
⑯ Offenlegungstag: 21. 3. 96

⑯ Anmelder:
BrainLAB Med. Computersysteme GmbH, 85586
Poing, DE

⑯ Vertreter:
Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K., Dipl.-Chem.
Dr.jur. Dr.rer.nat.; Marx, L., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 81677 München

⑯ Erfinder:
Vilsmeier, Stefan, 85586 Poing, DE; Lippstreu,
Stefan, 85570 Markt Schwaben, DE; Bertram,
Michael, Heimstetten, DE

⑯ Vorrichtung zum Erfassen der Position von Bestrahlungszielpunkten

⑯ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erfassen der Position von Bestrahlungszielpunkten mit einer Verankerungseinrichtung zur Befestigung an einem Patienten-Referenzsystem, insbesondere an einem stereotaktischen Immobilisierungssystem, z. B. einem Kopfring, und einer an der Verankerungseinrichtung angebrachten Markierungseinrichtung für mindestens einen Koordinatenpunkt in verschiedenen räumlichen Projektionen, wobei die Markierungseinrichtung aus mehreren den Koordinatenpunkt räumlich festlegendem computerbedruckten Flächenmaterialien besteht.

DE 44 32 890 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erfassen der Position von Bestrahlungszielpunkten der durch den Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

Zu den Erkrankungen, die strahlentherapeutisch behandelt werden, gehören insbesondere Gehirntumore oder Gefäßmißbildungen; auch funktionelle Ziele werden bestrahlt. Konventionelle invasive neurochirurgische Behandlungsmethoden sind nicht bei allen Indikationen anwendbar und bringen zudem den Nachteil mit sich, daß oftmals ein Risiko der Schädigung der den Krankheitsherd umgebenden gesunden Partien erwächst.

Die Bestrahlungstherapie ist für diese Krankheiten eine anerkannte therapeutische Methode, da ein nachgewiesener Zusammenhang ihrer Wirkung mit einem Therapieeffekt beim Patienten besteht. Mittels eines Linearbeschleunigers können z. B. ein Kopftumor, aber auch andere erkrankte Körperteile behandelt werden. Hierzu ist natürlich zunächst eine genaue Lokalisation der erkrankten Partien, in diesem Beispieldes Tumors, notwendig. Diese kann mit Hilfe einer Computertomographie durchgeführt werden, wobei der Patient schon während der Tomographie ein Referenzsystem, bei Gehirntumoren meist einen Kopfring, trägt. Durch eine präzise Lokalisation und Erfassung der Form des Tumors eröffnet sich die Möglichkeit, die Strahlendosis auf Normalgewebe zu reduzieren, während gleichzeitig das erkrankte Gewebe mit einer erwünschten höheren Dosis behandelt werden kann. Bei der Auswertung der Tomographiedaten wird die genaue Lage des Tumors bezüglich des Referenzsystems unter Verwendung dreier Koordinatenachsen festgelegt. Hierbei wird auch die Position des Bestrahlungszielpunktes, das sog. Isozentrum, im Tumor errechnet. In einigen Fällen kann es auch notwendig sein, zwei Isozentren zu bestimmen.

Nachdem nunmehr die Lage des Tumors und des Bestrahlungszielpunktes relativ zu einem am Kopf verbleibenden oder mit hoher Genauigkeit reproduzierbar wieder anbringbaren Referenzsystem feststeht, besteht die Notwendigkeit, zumindest das Isozentrum zur Bestrahlung von außen so zu markieren, daß es mit dem Strahl eines Linearbeschleunigers getroffen und behandelt werden kann.

Gemäß dem gegenwärtigen Stand der Technik wird hierzu eine Verankerungseinrichtung auf das Referenzsystem, d. h. den Kopfring, aufgesetzt. Diese Verankerungseinrichtung kann z. B. die Form eines nur aus den Seitenkanten bestehenden Quaders haben, der, wenn er am Referenzsystem angebracht ist, den Kopf des Patienten umgibt. In diesem Fall sind zwischen zwei Seitenkanten des Quaders wiederum Zwischenschienen angebracht, die entlang dieser Seitenkanten an Skalen verschiebbar und einstellbar sind, und damit einer Markierungseinrichtung, z. B. einem prismaförmigen Körper die Möglichkeit geben, mit der Genauigkeit der Skalen auf einen Punkt der entsprechenden Flächen eingestellt zu werden.

Ein großer Nachteil dieser vorbeschriebenen Vorrichtung betrifft die relative Ungenauigkeit, mit der sich die Projektion des Isozentrums auf den jeweiligen Seitenflächen der Verankerungseinrichtung mittels der Skalen einstellen läßt. Diese Einstellung wird manuell vorgenommen und kann naturgemäß die Genauigkeit der Skala nicht übertreffen (etwa 0,5 mm). Gerade für die strahlentherapeutische Behandlung ist aber die genaue Festlegung des Isozentrums sehr wichtig, da Schä-

digungen der den Tumor umgebenden gesunden Bereiche unbedingt zu vermeiden sind.

Ein weiterer großer Nachteil der konventionellen Vorrichtung besteht darin, daß die Übertragung der aus der Tomographie erhaltenen Daten auf das Skalen-System einen manuellen Schritt erfordert, bei dem die große Gefahr besteht, daß erhaltene Koordinaten bei der Einstellung verwechselt werden. Eine solche Verwechslung kann im schlimmsten Fall dazu führen, daß gesunde Hirnbereiche bestrahlt und damit geschädigt werden, wobei dies bei der Bestrahlung kritischer Strukturen zu bleibenden Schädigungen des Seh- oder Sprechvermögens und sogar zum Tode des Patienten führen kann.

Weitere Nachteile betreffen die relativ geringe Anschaulichkeit dieser Positionierungsmethode, die eine visuelle Überprüfung der Korrektheit des Markierungspunktes kaum zuläßt, sowie die Schwierigkeiten, weitere Informationen, z. B. die Form des Tumors im Umriß zu kennzeichnen. Es ist ebenfalls schwer möglich, mehrere Projektionen von Bestrahlungszentren an dieser Vorrichtung einzustellen.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Erfassen der Position von Bestrahlungszielpunkten zur Verfügung zu stellen, die die oben beschriebenen Nachteile des Standes der Technik überwindet. Insbesondere soll eine genaue und verlässliche Positionierung eines oder mehrerer Bestrahlungszielpunkte ermöglicht werden.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Erfassen der Position von Bestrahlungszielpunkten gelöst, die gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 ausgestaltet ist.

Der Vorteil, die Markierungseinrichtung bei einer Vorrichtung gemäß der Erfindung aus mehreren den Koordinatenpunkt räumlich festlegendem computerbedruckten Flächenmaterialien auszubilden, liegt zunächst einmal darin, daß die aus der Computertomographie erhaltenen Daten in ihrer Umsetzung als auf eine Fläche projizierte Positionierungskoordinaten sehr genau auf das Flächenmaterial übertragen werden können. Hierbei besteht die Möglichkeit, eine Genauigkeit von 0,1 mm zu erreichen. Dies ist vor allem im Hinblick auf die Vermeidung der Schädigung gesunder Bereiche eine sehr wichtige Verbesserung. Auch ist es durch eine computergesteuerte Erzeugung der Projektion des Koordinatenpunktes auf Flächenmaterialien möglich, mehrere Bestrahlungszielpunkte auf ein Flächenmaterialstück aufzubringen, falls die Form der erkannten Partie dies erforderlich macht.

Ein weiterer, fast noch höher zu bewertender Vorteil der Vorrichtung, die gemäß der vorliegenden Erfindung ausgestaltet ist, liegt darin, daß ein bei der Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik notwendiger manueller Schritt bei der Koordinatenfestlegung eliminiert wird. Die gefährliche Fehlerquelle, die eine Verwechslung der Koordinaten beim Einstellen des Zielpunktes darstellt, wird erfindungsgemäß dadurch ausgeschlossen, daß durch das automatische Bedrucken der Flächenmaterialien mittels des Computers, der seine Daten vom Tomographen erhält, immer die mit den entsprechend richtigen Koordinaten aufgedruckten Zielpunktprojektionen auf die entsprechend richtigen Flächenmaterialien aufgedruckt werden, die hierbei gleichzeitig vom Computer so markiert werden können, daß jeder Irrtum bei ihrer Anbringung ausgeschlossen ist.

Hierbei eröffnen sich viele Möglichkeiten, Irrtümer bei der Positionierung der Flächenmaterialien an der Verankerungseinrichtung völlig auszuschließen. Es

kann somit sichergestellt werden, daß wirklich nur erkrankte Bereiche behandelt werden und gesunde Bereiche vor gefährlicher Strahlenkonzentration bewahrt werden.

Bei einer Ausführungsform der erfundungsgemäßen Vorrichtung weist die Verankerungseinrichtung ein rechtwinkliges, würfel- oder quaderförmiges, auf einer Seite offenes Gehäuse auf, das an den Seitenflächen Aufnahmen für die computerbedruckten Flächenmaterialien hat. Das bewährte System, eine Verankerungseinrichtung wie oben beschrieben auszustalten, läßt sich damit auch sehr gut auf eine erfundungsgemäße Vorrichtung übertragen, wobei das Material für die Verankerungseinrichtung aus geeigneten leichten aber stabilen Werkstoffen ausgewählt werden kann.

Bevorzugt sind die erfundungsgemäß verwendeten Flächenmaterialien Folien mit auf die jeweilige Fläche projizierten computergedruckten Koordinatenmarkierungen. Folien sind mittels eines Computerdruckers einwandfrei zu bedrucken und gestatten es dem Patienten, auch bei auf einem Referenzsystem aufgesetzter Verankerungseinrichtung seine Umgebung noch zu beobachten, was sich vor allem für Patienten, die anfällig für klaustrophobische Zustände sind, günstig auswirkt.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, die Umrisse des zu bestrahlenden Körpers, beispielsweise eines Tumors, mit auf die Flächenmaterialien aufzutragen, was die Anschaulichkeit für die Behandelnden sehr erhöht und außerdem eine weitere visuelle Kontrolle der richtigen Einstellung des Bestrahlungszielpunktes liefert.

Bevorzugt sind die Aufnahmen und die zugehörigen Flächenmaterialstücke mit jeweils für eine Seite des Gehäuses passenden Positionierungsmarken versehen. Diese Positionierungsmarken können so angeordnet werden, daß jeweils nur auf der richtigen Seite der Verankerungseinrichtung die Positionierungsmarken der Aufnahmen und der Flächenmaterialstücke übereinstimmen, so daß auf diese Weise schon durch gebühren die Sorgfalt ausgeschlossen wird, daß ein falsches Flächenmaterialstück in eine Aufnahme eingesetzt werden kann. Hierdurch wird wiederum eine ordnungsgemäße Behandlung des Patienten sichergestellt.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Aufnahmen und die computerbedruckten Flächenmaterialien so ausgestaltet, daß jeweils nur das einer Aufnahme zugehörige Flächenmaterialstück in diese Aufnahme eingelegt werden kann. Die Größe und Form der Aufnahmen und der Flächenmaterialstücke können hierbei für jede verwendete Seite der Verankerungseinrichtung so ausgestaltet werden, daß es unmöglich ist, ein Flächenmaterialstück in eine falsche Aufnahme einzulegen und damit Behandlungsfehler zu riskieren. So kann eine nicht sachgemäße Bestrahlung aufgrund der Verwechslung von Koordinatenmarkierungspunkten mit bis zu 100%-iger Sicherheit vermieden werden.

Zur weiteren Erläuterung der erfundungsgemäßen Vorrichtung wird nunmehr auf die beiliegenden Figurenblätter Bezug genommen. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Verankerungseinrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Aufsicht auf eine obere Platte einer Verankerungseinrichtung mit einem Teilquerschnitt, der die Befestigungseinrichtung für die computerbedruckten Flächenmaterialien zeigt; und

Fig. 3 ein Beispiel für eine in eine Aufnahme einzuset-

zende computerbedruckte Folie.

In der perspektivischen Ansicht der Fig. 1 ist eine Verankerungseinrichtung in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 10 angedeutet. Die Verankerungseinrichtung 10 wird an ihrer mit einem Kopfausschnitt versehenen Unterseite an einem festen Referenzsystem, z. B. einem Kopfiring so befestigt, daß die mit C bezeichnete Vorderseite über dem Gesichtsbereich des Patienten zu liegen kommt. Aufnahmen und Führungen für die computerbedruckten Flächenmaterialien, in diesem Falle Folien, sind an der Oberseite A, der Vorderseite C und den beiden Seitenflächen B und D dargestellt, wobei die Seite B gegenüberliegende Seite D in der perspektivischen Ansicht der Fig. 1 nicht sichtbar ist.

15 Zur Führung und Befestigung der computerbedruckten Flächenmaterialien sind auf der oberen Seite A zwei Führungsschienen 11a sowie zwei Klemmbefestigungen 12a vorgesehen, die mittels Schrauben 13a festgeklemmt und gelöst werden können. An den Seiten B, C und D übernehmen die über die Platten überstehenden Vorsprünge der oberen Platte A und der Bodenplatte E die Funktion der Führungsschienen, die auf der oberen Platte A angebracht sind. Auch an diesen Vorsprüngen sind mittig und beiderseitig die Klemmbefestigungen 12b und 12c angebracht, die mittels ihrer Schrauben 13b und 13c zum Halten der computerbedruckten Flächenmaterialien verwendet werden.

30 Damit wird erkennbar, daß der festzulegende Koordinatenpunkt, mit dem der Tumor lokalisiert ist, an vier Flächen mit jeweils zwei Projektionspunkten markiert wird. Es stehen also für einen im Raum mit drei Koordinatenwerten festgelegten Punkt insgesamt acht Koordinatenwerte zur Verfügung. Bei angesetzten computerbedruckten Folien kann damit mittels dieser Überbestimmung nochmals eine visuelle Kontrolle der richtigen Anordnung der Markierungspunkte durchgeführt werden.

35 Auf der Vorderseite C sind vier Positionierungsmarken 14, in diesem Fall in einen Kreis eingezeichnete Kreuze vorgesehen. Die dieser Seite zugeordnete computerbedruckte Folie weist ebenfalls in derselben Position angezeichnete gleichartige Positionierungsmarken auf, so daß dann, wenn beim Anbringen und Festklemmen der Folie alle Marken miteinander übereinstimmen, davon ausgegangen werden kann, daß die Folie richtig angeordnet ist und der Bestrahlungszielpunkt in der Position dieser Seite korrekt festgelegt ist. Die Positionierungsmarken sind an jeder der Seiten anders angeordnet, so daß schon deshalb keine Verwechslung bei den Folien möglich ist, weil sich eine falsche computerbedruckte Folie nicht so auf einer nicht dazugehörigen Seite anordnen läßt, daß die Kreuzmarkierungen übereinstimmen.

40 Aus der Fig. 2, die in der obigen Darstellung eine obere Platte der Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung sowie eine Schnittdarstellung des Befestigungsmechanismus, d. h. der Klemmen 12a, der Führungsschienen 11a und der Schrauben 13a zeigt, wird noch einmal das Befestigungsprinzip dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung deutlich. In einer Nut 16 in der oberen Platte A ist die Führungsschiene 11a eingesetzt. Mittig in dieser Führungsschiene ist eine Schraube 13a, hier eine Rändelschraube, in ein Gewinde in der Führungsschiene eingeschraubt und drückt mit ihrer unteren Fläche von oben auf eine Befestigungsklemme 12a, wodurch diese Klemme 12a in der Lage ist, eine computerbedruckte Folie auf der oberen Fläche der Seite A zusammen mit der gegenüberliegenden Be-

festigungsvorrichtung festzuklemmen und zu positionieren.

Wie ebenfalls ersichtlich wird, dient der über die Platte C vorstehende Teil 11C der Platte A als Führungs-⁵ schiene für eine auf der Seite C anzubringende computerbedruckte Folie. Die ebenfalls aus einer Rändelschraube 13c und einer Klemme 12c bestehende Befestigungsvorrichtung der Seite C entspricht ansonsten in Funktion und Wirkung derjenigen der Oberseite A.

Durch geeignete Konstruktionsmaßnahmen, z. B. an jeder Seite unterschiedlich abgesetzte Kanten in den Führungsschienen oder ähnliche Gestaltungsmaßnahmen ist es bei der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung sehr leicht möglich, die Führungen oder die Platten so auszubilden, daß jeweils nur die zugehörige computerbedruckte Folie auf der jeweiligen Seite A, B, C oder D anbringbar ist. Damit wird auf einfache Weise ein sehr sicheres System zur Festlegung von Bestrahlungszielpunkten zur Verfügung gestellt.

In der Fig. 3 ist eine Ablichtung einer in eine Aufnahme der Seite A einzusetzende Folie dargestellt. Die Folie ist mit der Bezeichnung A für die Seitenfläche A und mit Positionierungsmarken, auch hier in einen Kreis ein-²⁰ gezeichnete Kreuze, versehen, die nur beim richtigen Einsetzen der Folie in die Aufnahme mit den dort be-²⁵ findlichen Markierungen in Übereinstimmung zu bringen sind. Ein aus X- und Y-Koordinaten bestehendes Koordinatensystem wird rechtwinklig auf der Folie aufgespannt.

Mit den aus der Computertomographie erhaltenen ³⁰ Daten sind zwei Isozentren 1 und 2 als Projektionen auf diese Fläche mit Kreuzen markiert, so daß die Erfassung des Zielpunktes durch den Strahl des Linebeschleunigers hier mit der Genauigkeit des Computerausdrucks vorgenommen werden kann. Um die Anschaulichkeit zu ³⁵ verbessern und eine nochmalige visuelle Kontrolle durch den Behandelnden zu ermöglichen, sind die vom Computer erfaßten Umrisse des zu behandelnden Tu- mors ebenfalls auf der Folie aufgedruckt.

Die Folien für die anderen Seitenflächen B, C und D ⁴⁰ sind entsprechend ausgestaltet und mit Markierungen und Umrissen versehen.

Es soll nochmal erwähnt sein, daß die Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung nicht auf die Behandlung von Erkrankungen im Gehirn beschränkt ist. ⁴⁵ Durch entsprechend ausgestaltete Verankerungseinrichtungen und Referenzsysteme können mit einer er-⁵⁰ fundungsgemäßen Vorrichtung alle strahlentherapeutisch zu behandelnden Erkrankungen auch anderer Körperteile therapiert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erfassen der Position von Be- strahlungszielpunkten mit

a) einer Verankerungseinrichtung (10) zur Be- ⁵⁵ festigung an einem Patienten-Referenzsystem, insbesondere an einem stereotaktischen Im- mobilisierungssystem, z. B. einem Kopfring, und

b) einer an der Verankerungseinrichtung (10) angebrachten Markierungseinrichtung für mindestens einen Koordinatenpunkt in ver- ⁶⁰ schiedenen räumlichen Projektionen, dadurch gekennzeichnet, daß

c) die Markierungseinrichtung aus mehreren, den Koordinatenpunkt räumlich festlegendem computerbedruckten Flächenmaterialien be- ⁶⁵

steht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekenn- ⁷⁰ zeichnet, daß die Verankerungseinrichtung ein rechtwinkliges, würfel- oder quaderförmiges, auf einer Seite (E) offenes Gehäuse aufweist, das an den Seitenflächen (A, B, C, D) Aufnahmen (11, 12, 13) für die computerbedruckten Flächenmaterialien hat.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächenmaterialien Folien mit auf die jeweilige Fläche projizierten computergedruckten Koordinatenmarkierungen sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Flächenmaterialien die Umrisse des zu bestrahlenden Körpers aufgedruckt sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmen (11, 12, 13) und die zugehörigen Flächenmaterialstücke mit jeweils für nur eine Seite des Gehäuses passenden Positionierungsmarken (14) versehen sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmen (11, 12, 13) und die computerbedruckten Flächenmaterialien so ausgestaltet sind, daß jeweils nur das einer Aufnahme zugehörige Flächenmaterialstück in diese Aufnahme eingelegt werden kann.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

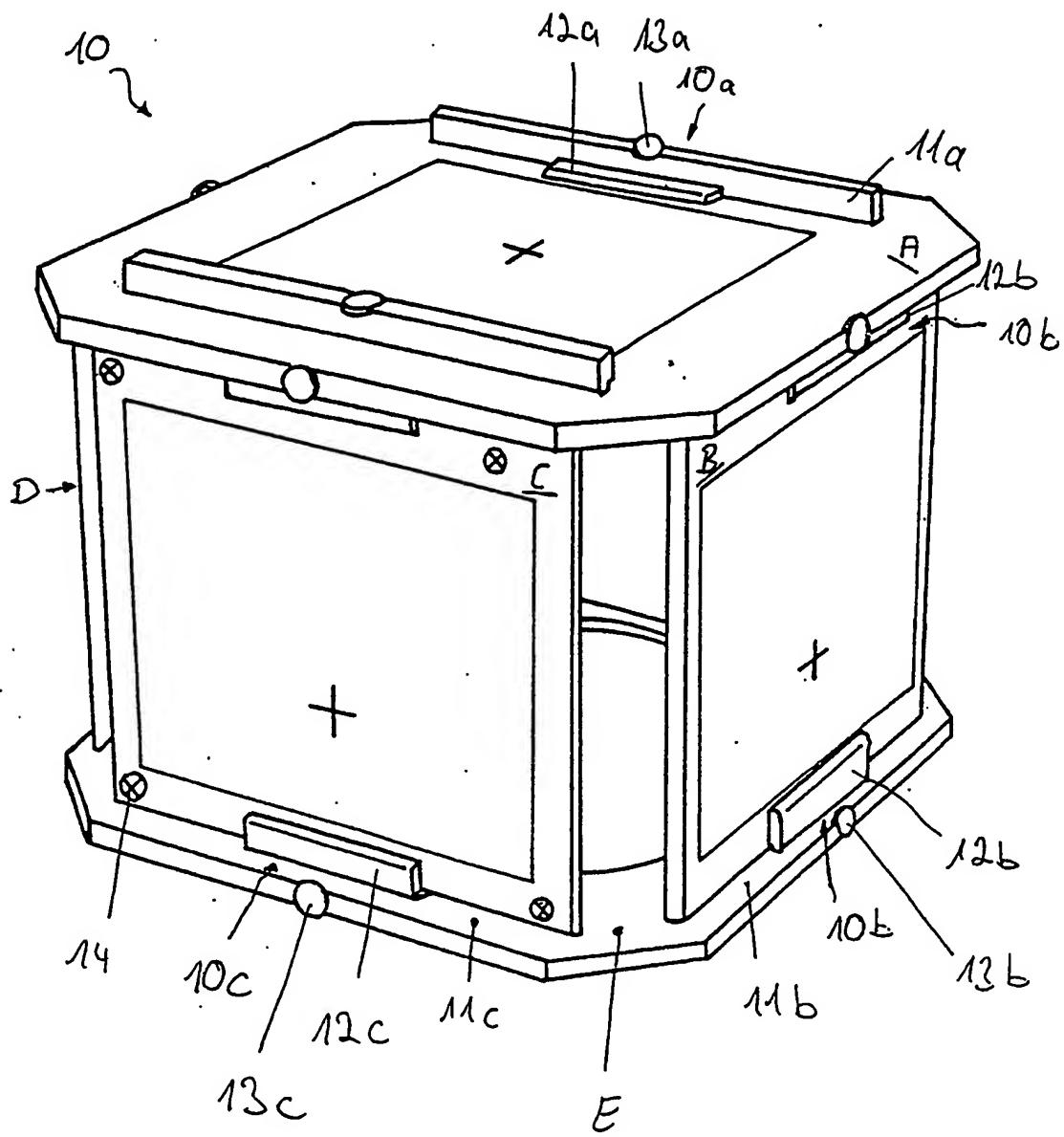


Fig. 1

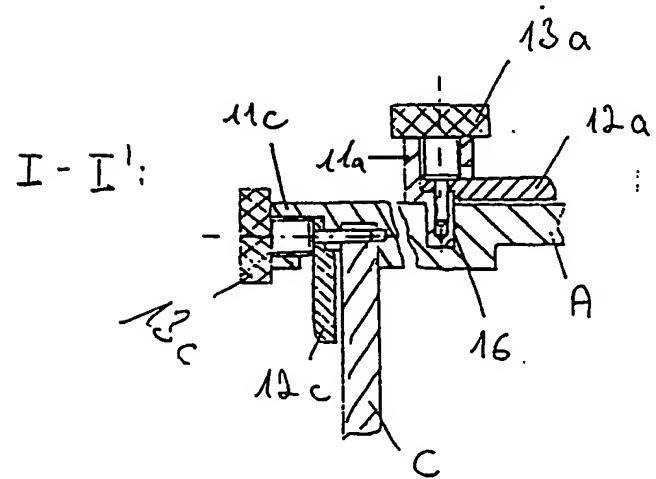
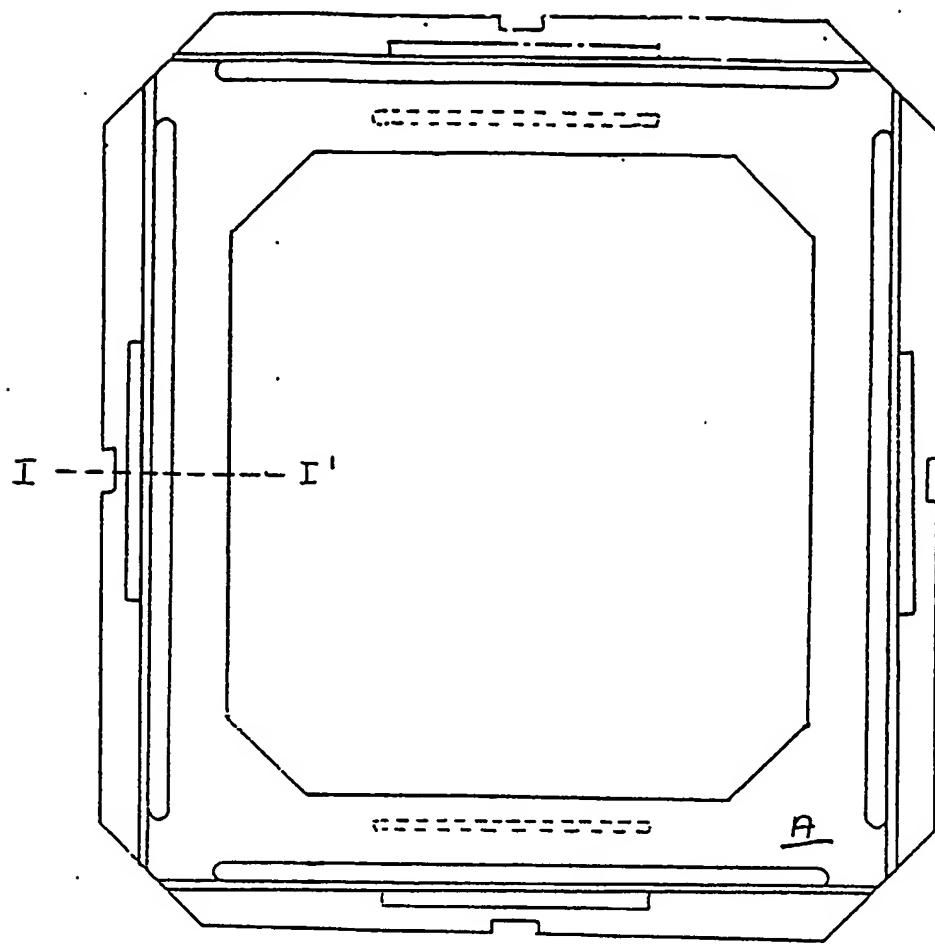


Fig. 2

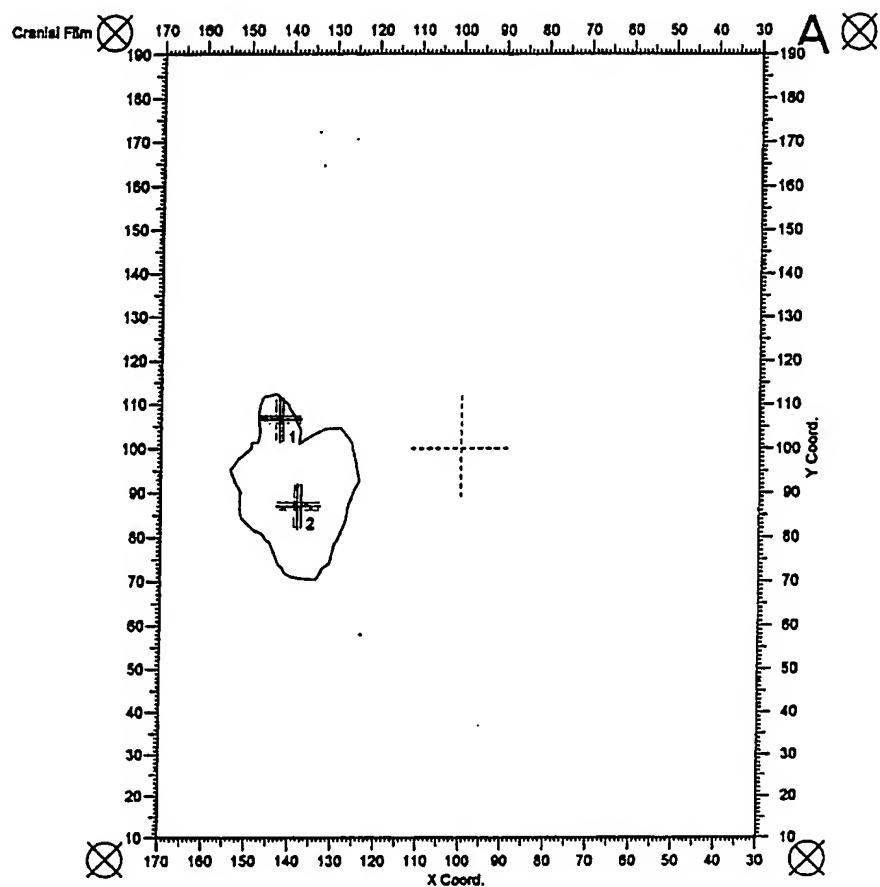


Fig. 3